Lane Medical Library

DIE

HISTOLOGIE UND HISTIOGENESE

DES

FETTGEWEBES.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU WÜRZBURG

VORGELEGT

VON

LUDWIG LÖWE

AUS BERLIN.

MIT EINER LITHOGRAPHIRTEN TAFEL.

(Sep.-Abdruck aus der Anat. Abthlg. des Archives f. Anat. u. Physiol. 1878.)

LEIPZIG,

DRUCK VON METZGER & WITTIG.

1878.

Ueber die Entstehung des Fettgewebes sind bis jetzt drei Ansichten aufgestellt worden, die sich mit dem Namen 1) der Infiltrations-, 2) der Impletions- und 3) der ontogenetischen Hypothese bezeichnen lassen. Die älteste, die Infiltrations-Theorie, geht dahin, dass das Fett in fein vertheilten Partikelchen aus dem Darm in den Kreislauf gelangt und von da mechanisch, ebenfalls in festem Zustande in die Fettzelle eingepresst wird. Um diese Theorie zu prüfen, habe ich Kaninchen-Embryonen verschiedener Grösse in toto gehärtet und gefärbt. An diesen Thieren waren alle Theile wohl erhalten, namentlich waren — und das muss als Grundbedingung für die Brauchbarkeit jedes histologischen Präparates hingestellt werden — die Nerven schon bei blosser Carminfärbung bis in ihre kleinsten Verzweigungen deutlich zu erkennen, und ebenso waren die Blutgefässe durch eine natürliche Injection ohne jedes künstliche Hülfsmittel auf das Schönste in allen Theilen gefüllt. Auf Schnitten wurden die Capillaren an ihren Eintrittsstellen in die Fettläppchen mit starken Systemen untersucht. Nie wurde auch nur die geringste Andeutung von Fettpartikelchen in denselben gefunden, die Gefässe waren entweder voll von

---

Anmerkung. In allen Figuren der beigegebenen und der folgenden Tafeln ist die schleimgewebige Kitt- und Grundsubstanz zwischen den Fibrillen und Zellen des Bindegewebes dunkel schraffirt, um sie besser hervorzuheben. In der Natur erscheint dieselbe bekanntlich transparent. Dies ist der Grund, weshalb sie bisher so wenig in den Zeichnungen und Beschreibungen des Bindegewebes beachtet wurde. Wenn man sie nicht besonders hervorhebt, kann leicht eine Verwechslung zwischen den Stellen, in denen in Wirklichkeit ein leerer Raum vorliegt (Gefässe, Gewebslakunen), und der schleimgewebigen Kitt- und Grundsubstanz in der Zeichnung eintreten. Deshalb habe ich es vorgezogen, erstere entweder ganz leer zu lassen, oder, falls sie mit Blut gefüllt waren, die einzelnen Blutkörperchen resp. deren gelbe Farbe zu markiren.

schönen, noch kernhaltigen rothen und vereinzelten weissen Blutkörperchen oder es war das Blut durch den Härtungs- und Färbungsprocess zu einer gelbbraunen homogenen Masse zusammengeflossen, welche durch quere Risse in einzelne viereckige Stücke zerbröckelt war. Die Kerne der rothen Blutkörperchen konnte man in letzterem Falle nicht mehr erkennen. Die Infiltrationstheorie ist mithin durch die Untersuchung nicht bestätigt. Nichtsdestoweniger darf von ihr nicht abgesehen werden. Es finden sich nämlich an einer einzigen Localität des embryonalen Organismus Dinge, welche eine allerdings etwas modificirte Infiltrationstheorie als für dieses eine Gebiet der Fettgenese zutreffend erscheinen lassen. Im Innern der Knochenmarksgefässe kann man nämlich zu der Zeit, wo die Medulla ossium die ersten Fettzellen enthält, grosse Tropfen eines hellen Stoffes erkennen, der noch nicht fertiges Fett ist, der aber als Vorläufer der Fettbildung im ganzen Körper auftritt und den ich unten mit dem Namen „Fettplasma“ belegen werde.

Die zweite Anschauung über die Fettbildung ist die „Impletions-Theorie“. Sie ist in einer Reihe ausführlicher Arbeiten hauptsächlich auf Grund von Fütterungs- und Verhungerungs-Versuchen von Flemming[1] folgendermaassen formulirt worden: „Das Bildungs-Material des Fettes circulirt in wässerig löslicher Beschaffenheit in den Gefässen. Ebenso verhält sich der Stoff, welcher bei der durch Hunger oder Krankheit bewirkten Atrophie der Fettzellen aus den Zellen auf Kosten ihres Inhaltes entfernt wird. Jede Bindegewebszelle im Organismus kann einer Durchsetzung mit Fettzellenplasma unterliegen und dadurch zu einer Fettzelle werden. Demnach haben morphologisch die grösseren Fettlager der Säugethiere die Bedeutung eines Stückes stark vascularisirten fibrillären Bindegewebes mit fettgefüllten Zellen. Abgesehen von den Complicationen der Anordnung, die durch die beiden letzten Umstände (die Fettfüllung und die Fibrillirung) bedingt werden, haben sie denselben Bau wie das lockere Interstitialgewebe und dieselben drei Bestandtheile: 1) Fibrillen, 2) Kittsubstanz und 3) Zellen. — Irgend eine Art speci-

---

[1] W. Flemming, *Centralblatt für die med. Wissenschaften.* 16. Juli 1870.

Ders., Ueber Bildung und Rückbildung der Fettzelle im Bindegewebe und Bemerkungen über die Structur des letzteren. *Archiv für mikrosk. Anatomie.* 1870. Bd. 7. Hft. 1. S. 32.

Ders., Weitere Mittheilungen zur Physiologie der Fettzelle. *Ebendas.* 1871. S. 327.

Ders., Ueber das subcutane Bindegewebe und sein Verhalten an Entzündungsherden. Virchow's *Archiv.* 1872. Bd. 56.

Ders., Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Bindegewebes. M. Schultze's *Archiv.* Bd. XII. S. 434—502. Taf. II.

fischer Zellen existirt nach Flemming — und hierauf ist der Hauptnachdruck zu legen — in den Fettläppchen nicht. Die Art und Weise der Anordnung der Fettzellen zu Fettläppchen, Fettsträngen oder Fettinseln ist nach Flemming nur eine Folge ihres Gefässreichthums. — Mit stärkster Vascularisation ist eine lappige Anordnung verbunden (eigentliche Fettläppchen, Hauptmasse des Fettes); daneben kommen minder gefässreiche Gruppen von Fettzellen (Fettstränge) und endlich Fettinseln im Bindegewebe vor, welche ganz gefässlos sein können. Das Wachsthum der Fettlager erfolgt nach Flemming theils durch successive Fettfüllung auch derjenigen intralobulären Bindegewebszellen, welche anfangs fettlos geblieben waren — doch scheint auch bei bester Ernährung immer noch eine bedeutende Anzahl derselben fettlos zu bleiben —; theils durch Theilungen voller Fettzellen — scheint auch bei der Mast nicht überall vorzukommen —; endlich durch Sprossung der Gefässnetze des Fettlagers und Annexion weiterer Theile des umgebenden Bindegewebes — das ist Bildung neuer Fettläppchen."

Den soeben auseinandergesetzten Ansichten Flemming's steht drittens die sogenannte „ontogenetische" Theorie schroff gegenüber. Sie ist zuerst von C. Toldt[1] aufgestellt worden. Toldt ist ebenso wie Flemming der Meinung, dass das Fett in den Körper der Fettzellen nicht durch Infiltration hinein gelange, sondern in demselben auf chemischen Wege durch Impletion mit einem im Blut in gelöster Form cursirenden Stoffe entstehe. Aber Toldt lässt nicht jede beliebige Bindegewebszelle die Fähigkeit besitzen, sich in eine Fettzelle verwandeln zu können, sondern er schreibt diese Eigenschaft nur bestimmten zu Fettorganen vereinigten Zellcomplexen zu. Toldt weist bei Kaninchen und Katzen 8—10 Keimlager derartiger Fettorgane nach; von diesen wächst das Fettgewebe in der Continuität nach allen Seiten hin aus. Wenn später mehr oder weniger isolirte Fettgewebsläppchen gefunden werden, so ist dies nach Toldt die Folge einer Trennung der ursprünglichen Continuität aller fetthaltigen Theile durch secundäre Einschiebung anders gearteter Gewebselemente.

Aehnliche Anschauungen wie die Toldt's sind in neuerer Zeit auch von Klein[2] geäussert worden. Nach Klein gehört das Fettgewebe zum Lymphsystem und stellt umgewandeltes lymphatisches Gewebe dar. Am Omentum und Mesenterium der Säugethiere schildert Klein Anhäufungen

---

[1] C. Toldt, Beiträge zur Histologie und Physiologie des Fettgewebes. *Sitzungsbericht der Wiener Akademie.* Bd. 62. Abth. 2. Juliheft 1870.

[2] C. Klein, The Anatomy of the lymphatic system. P. I. *The serous membranes.* London 1874.

von Zellen in den Adventitien der Blutgefässe als sogenannte „lymphangial patches, tracts and nodules“. Sie liegen den Lymphgefässen an, communiciren mit Spalträumen derselben oder entwickeln sich sogar in letzteren. Ebenso soll das Fett an allen übrigen Körperstellen entstehen. Speciell hat Klein das infraorbitale Gallertgewebe der Nagethiere untersucht.

Auch Kölliker hat in seiner *mikroskopischen Anatomie* schon vor Toldt und Klein eigenthümliche dunkle Rundzellenhaufen beschrieben und für die Fettbildung in Anspruch genommen. In analoger Weise leitet Waldeyer die Fettzellen vermuthungsweise von seinen Plasmazellen her. (*Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. X.) Endlich hat ganz neuerdings auch Ranvier (*Technisches Lehrbuch*) sich zu Gunsten specifischer Fettbildungszellen ausgesprochen. Ich selbst habe schon im Jahre 1873 mich von der Richtigkeit der ontogenetischen Theorie zu überzeugen Gelegenheit gehabt und dies in dem oben § 1 öfters citirten kleinen Aufsatz (*Wiener medicinische Jahrbücher.* Histologie des Bindegewebes. 1874.) mit den Worten ausgedrückt: „Das Fettgewebe hat eine weit selbständigere Stellung zu beanspruchen, als sie ihm bisher eingeräumt wird.“ Die Begründung dieses Satzes zu liefern soll der Zweck der folgenden Zeilen sein.

Die erste makroskopisch sichtbare Unterhautfettbildung tritt bei Kaninchen-Embryonen, sobald dieselben 2—3 ^{cm} Körperlänge erreicht haben, auf, indem in dem lockeren zu beiden Seiten der Dornfortsätze der Halswirbelsäule gelegenen embryonalen Bindegewebe zwischen der Anlage der oberen Wirbelbögen und der Lederhaut plötzlich ein in Läppchen abgetheiltes eigenthümliches plattes, überall scharf abgegrenztes und deshalb leicht abpräparirbares Organ von hellgraurother Farbe erscheint, das von der Hinterhauptschuppe bis unter das Schulterblatt hinunterreicht und in toto jederseits die Gestalt einer langgezogenen Ellipse hat. Aehnliche Lappen finden sich sehr bald auch in der Inguinalgegend, an den Beugeseiten der Extremitäten u. s. w. Diese Lappen sind die ersten im Organismus entstehenden Fettlappen, speciell sind sie die Anfänge des Unterhautfettes. Ich habe die Frage, in welcher Reihenfolge die Unterhautfettlappen beim Kaninchen auftreten, nicht näher untersucht. Da es vorläufig hauptsächlich auf Feststellung der histologischen Details der Entwicklung der Fettzellen ankommt, ist es am passendsten, sich ausschliesslich an das Studium eines einzigen Lappens in den verschiedenen Stadien der Entwicklung zu halten. Hierzu wurde der Nackenlappen gewählt. Natürlich wurde nicht unterlassen, Control-

präparate auch aus den anderen Fettlappen anzufertigen. An allen Unterhautlocalitäten hat sich die Genese des Fettes als genau in derselben Art und Weise vor sich gehend herausgestellt. Ueber die Entstehung im Knochenmark, die ganz abweichend ist, wird unten, nachdem die Fettbildung im Unterhautbindegewebe besprochen ist, speciell gehandelt werden.

Der Nackenlappen eines 2—3 cm langen Kaninchen-Embryo erscheint mit blossem Auge in viele ungefähr vier- bis sechseckige Unterabtheilungen zerlegt, zwischen denen helle strassenartige Züge von lockerem Bindegewebe verlaufen. Aus Gründen, welche sich später ergeben werden, will ich die Läppchen conform mit der üblichen histologischen Nomenclatur „secundäre" Läppchen nennen. Alle zusammengenommen bilden einen tertiären Lappen. Jedes Toldt'sche Fettorgan — z. B. der ganze Nackenlappen, der ganze Schenkellappen — ist also ein tertiärer Fettlappen. Je älter der Embryo wird, um so mehr nimmt der Nackenlappen absolut an Länge und Breite zu. Sein Wachsthum hält gleichen Schritt mit dem Wachsthum des gesammten Körpers. Die absolute Zahl der secundären Läppchen vergrössert sich dabei mit dem Wachsthum des gesammten Nackenlappens, indem fortwährend neue Läppchen an der Peripherie angebildet werden. Ausserdem wachsen auch die bereits vorhandenen in sich. Je älter sie werden, desto grösser sind sie. So kommt es, dass in der Mitte je eines Unterhautfettlappens die grössten Läppchen gefunden weden — sie erreichen hier im Maximum die Grösse eines Hanfkornes. — Die an der Peripherie gelegenen sind weit kleiner, manchmal kaum noch mit freiem Auge sichtbar.

Bei der Geburt stellen die beiden embryonalen Nackenfettorgane grosse, flache, mehrere Centimeter lange, und über 1 cm breite, grauröthliche Scheiben dar, welche sich seitwärts und nach vorne bis zwischen Kehlkopf und Halshaut erstrecken, hinten jederseits von den Dornfortsätzen der Halswirbelsäule getrennt werden. Sie haben auf den ersten Blick weit mehr Aehnlichkeit mit drüsigen Massen als mit Fettläppchen. Sehr bald — schon 6—8 Wochen nach der Geburt — lässt sich aber die Metamorphose zu reifem Unterhautfettgewebe nicht mehr verkennen, indem sich der Habitus auf das Auffallendste ändert. Während nämlich der grössere Theil des Lappens noch die schwach grauröthliche Färbung beibehält, die er bei der Geburt hat, nehmen einzelne secundäre Läppchen namentlich an der Peripherie ein hellgelbes Fett-Colorit an.

Das genauere Detail der Fettentwicklung lehren successive Schnitte durch Kopf und Hals von Kaninchen-Embryonen von 2 cm angefangen bis $1^1/_2$ dm Körperlänge.

Ich beginne mit der Beschreibung eines Sagittal-Schnittes durch den Nackenlappen eines Kaninchen-Embryo's von 2—3 cm Körperlänge, Fig. 1.

C deutet die Cutis an, die Epidermis ist nicht mitgezeichnet. *Pm* ist ein Stück des Unterhautmuskels, *sc* ein Antheil des Musculus supra-scapularis, *k* ein Stück Knorpel der Scapula. In dem Raum, der sich zwischen dem Platysma myoides *pm* und dem Supra-scapularis *sc* befindet, fallen eigenthümliche Bildungen auf, die im fertigen Unterhautgewebe nicht oder mindestens nicht in dieser Art zu finden sind. Dunkle kugelige Massen *f* liegen eingebettet in gewöhnliches embryonales Unterhautbindegewebe *l*, in welchem auch die Gefässe *g* verlaufen. Die dunklen Läppchen *f* sind die secundären Fettläppchen. Der Nackenlappen ist übrigens auf Fig. 1 nicht in seinem vollen Umfange getroffen. Man muss sich nach unten und rechts hin denselben noch bedeutend verlängert und schliesslich in eine feine Spitze auslaufend denken. Durch die Mitte des ganzen Nackenlappens zieht auf Fig. 1 als Axe ein Muskelstrang *m'*. Ihm sitzen die secundären Fettläppchen *f* ungefähr so auf, wie die Beeren einer Weintraube dem Stiel. Dieser Muskelstrang *m'* ist ein Theil des Unterhaut-Muskels, der dadurch beim Kaninchen in mehrere Blätter zerspalten wird, dass zwischen seine einzelnen flächenartig ausgebreiteten Bündel Unterabtheilungen des grossen Unterhautfettorganes zwischengeschoben sind. Ob allen übrigen Fettorganen ebenso wie dem Nackenlappen ein ihre Axe durchziehendes Platysma-Bündel zukömmt oder ob letzteres nur eine Eigenthümlichkeit des Nackenlappens ist, habe ich nicht untersucht.

Die secundären Fettläppchen, Fig. 1 *f*, haben keine ganz characteristische Gestalt. Sie sind entweder nierenförmig oder länglich elliptisch oder sie bilden kegelförmige auf dem Durchschnitt dreieckige Massen. Einen näheren Einblick in ihre Structur gewährt Fig. 2, welche Figur fünf secundäre Fettläppchen bei stärkerer Vergrösserung darstellt. Jedes Läppchen ist (Fig. 2) nach dem Vorbild des ganzen tertiären Lappens gebaut, indem auch in den Aufbau des Läppchens zweierlei Gewebsbestandtheile eingehen, 1) dunkle (Fettzellen) und 2) helle (Schleimgewebsmassen). Die Fettzellen sind zu kleinen kugeligen Anhäufungen *pl*, den primären Fettläppchen zusammengeballt. Hiermit ist das letzte Constituens jedes Unterhautfettlappens gegeben. In die primären Fettläppchen gehen keine Bindegewebszellen mehr ein. Letztere bleiben ausserhalb der primären Fettläppchen in dem Raume zwischen je zwei derselben, bilden hier strassenartige Züge und führen die Gefässe *g* mit sich. Die soeben geschilderte Eintheilung jedes Toldt'schen Fettorganes in primäre, secundäre und tertiäre Lappen kann insofern noch eine Complication erfahren, als es in besonders grossen Fettorganen und bei grossen Thierspecies vorkommt, dass viele tertiäre Fettläppchen sich ihrerseits noch mit einer besonderen Scheide umgeben und zu einem

quaternären Lappen zusammenballen. Erst eine Anzahl solcher zusammengenommen bildet das ganze Fettorgan, welches also in diesem Falle ein quintärer Lappen ist. Das in das Innere je eines der fünf secundären Fettläppchen (Fig. 2) dringende Bindegewebe nenne ich aus Gründen, welche erst in einem der folgenden Paragraphen erörtert werden können, „intraparenchymatöses Bindegewebe", dagegen mag dasjenige, welches um die secundären Läppchen herumgeht, „interparenchymatös" heissen. Wie Fig. 2 zeigt ist das um das Gefässpaket *g* herumgelegene und von da aus in die Zwischenräume zwischen je zwei primäre Läppchen einstrahlende „intraparenchymatöse" Bindegewebe stärker fibrillirt, compacter und deshalb auch in Carmin dunkler gefärbt, als das um die secundären Läppchen herumgelegte „interparenchymatöse". Dieser Unterschied in der Constitution der Grundsubstanz des Bindegewebes, je nachdem eine Bindegewebsportion zwischen den essentiellen Gewebs-Constituentien — das sind in unserm Fall die primären Fettläppchen — gelegen ist oder ausserhalb derselben seinen Sitz hat, mit andern Worten, je nachdem das Bindegewebe intra- oder interparenchymatös ist, wiederholt sich in der ganzen Bindegewebs-Histologie und ist für das Verständniss letzterer von fundamentaler Wichtigkeit. Ich werde deshalb später noch ausführlich über ihn handeln. Vorläufig kehren wir noch einmal zu Fig. 1 zurück.

Neben dem fremdartigen Anblick, den die Durchschnitte durch das Fettorgan dem Unterhaut-Bindegewebe der Fig. 1 verleihen, ist letzteres noch durch eine zweite Eigenthümlichkeit vom fertigen Subcutangewebe unterschieden. Es ist nämlich noch nicht in die zahllosen Lamellen, Membranen, Balken, Fäden des erwachsenen Thieres zerfallen, sondern bildet noch eine compacte, überall zusammenhängende Schleimgewebsmasse. Deshalb existiren auch die bekannten (durch Luft aufblasbaren) Gewebslacunen, die im reifen Unterhautgewebe in so zahlloser Menge vorhanden sind, bei 2—3 ^{cm} langen Embryonen noch nicht.

Trotzdem sie erst ein Product späterer Entwicklungsperioden sind, kann man an feinen Durchschnitten schon erkennen, an welchen Stellen sich die Gewebslacunen später bilden werden. Auf Schnitten quer durch den Körper von 2—4 ^{cm} langen Embryonen — ein Stück eines solchen Schnittes durch den Hals ist in Taf. VI, Fig. *A*, abgebildet — verlaufen 1) zu oberst unter der Epidermis (*e*) eine Anzahl von Schleimgewebszügen *c* dichter geordnet. Diese Züge bilden die Grundlage der Lederhaut. Die zwischen ihnen befindliche Grundsubstanz ist stark fibrillirt und ganz compact. In ihr werden nie Gewebslacunen entstehen. Das erkennt man jetzt schon an ihrem festgefügten Habitus. Von der unteren Fläche der für die Cutis vorgebildeten

Zellenzüge gehen 2) andere mit Ausläufern versehene Inoblastenzüge ab und treten zu den unter der Haut gelegenen Muskeln *p m*, Fettläppchen *f*, Nerven *n*, Gefässen *g* u. s. w. Dies sind die eigentlichen Unterhautbildner (*s c*). Sie stehen mehr oder weniger schräg auf der Richtung der in erster Linie erwähnten, für die Cutis vorgebildeten Zellenzüge; die zwischen ihnen befindliche Zwischensubstanz ist weit lockerer, heller und wenig fibrillär metamorphosirt und lässt erkennen, dass hier der Ort ist, an dem die Gewebslacunen später ihren Hauptsitz haben werden. 3) Sind alle einzelnen grösseren Organe, die im Innern des Halsquerschnittes, Taf. VI, Fig. *A*, gelegen sind (also der Kehlkopf *k*, der Oesophagus *o*, die Thyreoidea *th*), noch ausser ihrer eventuellen Muskelhaut von einer Anzahl nach der Richtung des betreffenden Organes geordneter Schleimgewebszellenzüge umgeben. Diese Zellen wie ihre Grundsubstanz werden zu den die einzelnen Organe umhüllenden Scheidenbildungen, während die zwischen den Adventien gelegenen hellen Schleimgewebsmassen später ebenfalls durch Gewebslacunenbildung zu dem vielfach zerklüfteten interparenchymatösen Bindegewebe zwischen Kehlkopf, Speiseröhre, Schilddrüse u. s. w. werden. Wenn ein Organ, wie dies z. B. auf dem Halsquerschnitte, Taf. VI, Fig. *A*, mit der Schilddrüse der Fall ist, aus Unterabtheilungen zusammengesetzt ist, so dringen die dasselbe umhüllenden Schleimgewebszüge auch in die Zwischenräume zwischen die einzelnen Läppchen mit der Oberfläche der letzteren parallel gerichteten Inoblastenzügen ein und präformiren so die späteren Partialscheiden. Ebenso wie in Taf. VI, Fig. *A* kann man übrigens auch in Fig. 2 erkennen, dass die Zellen des interparenchymatösen Bindegewebes zu alleräusserst der Oberfläche aller fünf, mehr nach innen dagegen der jedes einzelnen secundären Läppchens parallel geordnet sind. Die äusseren Inoblastenzüge werden mit ihrer Zwischensubstanz später die grosse Tertiärscheide um das ganze Fettorgan bilden, während die inneren Zellenzüge für das Zustandekommen der 5 Secundärscheiden verwendet werden.

Hiermit verlasse ich die Schilderung des Bindegewebes der Fettorgane und wende mich zur Beschreibung der eigentlichen, die primären Fettläppchen constituirenden Fettbildungszellen.

Welche Beschaffenheit besitzen die Fettbildungszellen bei ihrem ersten Auftreten? In welcher Art und Weise gehen sie in die fertigen Fettzellen über? Welchem Keimblatte entstammen sie? Zur Erledigung dieser Fragen wurden Kaninchen-Embryonen von $1-1^1/_2$ cm Körperlänge — bei solchen tritt nämlich die erste mikroskopische Andeutung der Fettbildung auf — von oben bis unten in successive Querschnitte zerlegt, und diejenigen Stellen, an denen sich die ersten Fettbildungszellen

zeigten, der Untersuchung unterzogen. Fig. 3 stellt ein solches Präparat (Querschnitt durch den Nackenlappen eines etwa 1·2^{cm} langen Kaninchen-Embryo) bei derselben Vergrösserung dar, bei welcher auch Fig. 1 gezeichnet ist. *C* ist die Cutis; *e* die Epidermis; *p m* ein Stück des Unterhautmuskels; *s c* ein Antheil des Musculus supra-scapularis; *m'* der schräg durch den Nackenlappen ziehende blattartige Theil des Platysma. Man erkennt ebenso, wie in Fig. 1 u. 2, auf der rechten Seite der Fig. 3 die Zusammensetzung des ganzen Nackenfettlappens aus vielen secundären (*s f*) und dieser letzteren wiederum aus mehreren primären (*p f*) Fettläppchen. Ferner bemerkt man die Einschiebung von Bindegewebe zwischen die primären und secundären Fettläppchen auf der rechten Hälfte der Fig. 3 schon sehr deutlich. Auf der linken Seite dagegen, in dem Raume zwischen Musculus supra-scapularis (*s c*) und dem mit *m'* bezeichneten Muskelblatte, kann man die Vereinigung mehrerer primärer zu einem secundären Läppchen noch nicht so gut constatiren; hier besteht der sich bildende Fettlappen erst aus einzelnen inselförmig verstreuten Gruppen dunkler Fettbildungszellen, zwischen denen ungeordnetes Schleimgewebe verläuft. Die am meisten nach links und an der Peripherie gelegenen Fettbildungszellen-Gruppen sind die kleinsten, sie bezeichnen also den Ort, an dem die Fettläppchenbildung augenblicklich vor sich geht und der deshalb unsere besondere Aufmerksamkeit verdient. Fig. 4 gibt diesen Ort und seine Umgebung bei starker Vergrösserung (Schieck ocl. 0 Obj. 9 a. i.) wieder. Die hellen peripherischen Bestandtheile dieser Figur sind bindegewebiger Natur, die dunkleren centralen die eigentlichen Fettbildungszellen. Was zuerst die hellen anbetrifft, so bestehen dieselben aus gewöhnlicher schleimgewebiger Grundsubstanz, hin undwieder mit einer Schleimgewebszelle und vielen spindelförmiger netzartig verbundenen ganz dünnen Protoplasma-Ausläufern der letzteren.[1] Die dunklen Elemente der Fig. 4 sind deutlich in einzelne Zellterritorien abgegrenzte, häufig kernlose, 4—8eckige, stark glänzende Gebilde, die sich auf das Charakteristischste von Schleimgewebszellen durch folgende Differenzen unterscheiden:

1) Die Schleimgewebszellen haben einen deutlichen, grossen, hellen, aus Kernsaft, Kernmembran und Kernkörperchenhaufen gebildeten Kern. Die Fettbildungselemente besitzen einen weit kleinen, dunkleren, nicht immer deutlichen, soliden homogenen Kern, ohne besonders auffallende Kernmembran.

[1] Das Ausläufersystem der Inoblasten ist in der Lithographie Fig. 4 nicht gut wiedergegeben.

2) Die Schleimgewebszellen sind nur sehr vereinzelt anzutreffen, indem zwischen je zwei Schleimgewebszellen immer eine mehr oder minder reichliche Menge von Zwischensubstanz eingeschoben ist. Die Fettbildungselemente dagegen liegen eine dicht an der andern und sind nur durch eine minimale „Kittleiste“ von schleimgewebiger Grundsubstanz von einander getrennt.

3) Die Schleimgewebszellen haben in Folge des sub 2 erwähnten Umstandes zahlreiche Ausläufer und besitzen Stern- resp. Spindelform; die Fettbildungs-Elemente entbehren der Ausläufer und sind rundlich bez. 4—6eckig.

4) Die Schleimgewebszellen haben ein weit helleres Protoplasma als die Fettzellen. Ausserdem sind letztere meist noch durch die Einlagerung kleiner, besonders stark lichtbrechender Partikelchen, der sogenannten Fettplasmatröpfchen, ausgezeichnet. Ueber letzteres wird später noch besonders gehandelt werden.

Diese vier Unterschiede sind so charakteristisch und frappant, dass man selbst da, wo eine vereinzelte Fettzelle mitten im interparenchymatösen Bindegewebe vorkommt (Fig. 4 *x*), dieselbe häufig ohne Mühe von den Bindegewebszellen unterscheiden kann. Wenn Flemming den Satz aufstellt, dass „das embryonale Substrat der Fettzellen und der Bindegewebszellen ein und dasselbe sei“, so leugne ich dagegen keineswegs, dass unter Umständen nicht auch einmal eine Bindegewebszelle zu einer Fettzelle werden könne; dies mag ja pathologisch vorkommen, ich selbst werde unten, Fig. 16, eine Abbildung eines Stückes fachbildenden Fasciengewebes aus dem Schwanze einer im Käfig übermässig ernährten weiscen Ratte beibringen, auf welcher sich einzelne Zellen mit Fett gefüllt zeigen, die allenfalls der Lagerung der Zellen nach als gewöhnliche Bindegewebszellen gedeutet werden können. Aber diese Abbildung, ganz abgesehen von anderen Möglichkeiten ihrer Deutung, ist einem Mästungspräparate entnommen. Sie kann keineswegs als Norm für die Genese des Unterhautfettgewebes (Fig. 4) dienen.[1]

Der Kern der Fettbildungszellen (Fig. 4) füllt Anfangs fast den ganzen Raum der noch sehr kleinen Zelle aus, neben ihm bleibt nur wenig Platz für eine geringe Quantität stark granulirten sich in Karmin dunkel

[1] Nachträglich bin ich durch Herrn Prof. Flemming in den Besitz eines seiner Originalpräparate gelangt. Dasselbe zeigt allerdings die von Flemming abgebildeten sternförmigen mit Fetttröpfchen gefüllten Bindegewebszellen, aber daneben auch Anhäufungen von mit Fett gefüllten Rundzellen, wie meine Fig. 4. Flemming legt das Hauptgewicht auf die vereinzelten, mit Ausläufern versehenen Inoblasten. Die Anhäufungen von Rundzellen betont er weniger. Mir scheint im Gegentheil, dass man

färbenden Protoplasmas. Sehr bald nimmt letzteres eine andere Beschaffenheit an, indem es von winzig kleinen, hellen, stark lichtbrechenden Partikelchen durchsetzt wird, zwischen denen einzelne kleine dunkele Protoplasmagranula spärlich verstreut zurückbleiben. Die hellen Partikelchen machen den Eindruck feiner Bläschen, sie sind die erste Andeutung des späteren Fettes. Sie sind aber noch nicht selbst Fett, sondern stellen erst eine Vorstufe desselben dar. Man kann sie „Fettplasmapartikelchen“ nennen. Hat man recht dünne Schnitte, so kann man sich unter Umständen von ihrem ersten Auftreten informiren. Man sieht dann, dass zu einer gewissen Zeit um die grösseren Granula des Fettbildungszellenprotoplasmas zuerst sehr kleine Massen einer hellen Flüssigkeit als erste Andeutung des Fettplasmas abgeschieden werden. Jedes grössere Granulum ist das Centrum für die Abscheidung eines Plasmapartikelchen, dass sich somit zuerst als helles Tröpfchen präsentirt, in dessen Innerem ein dunkleres Körnchen sich befindet. Sehr schnell verschwindet auch letzteres, dann besteht die ganze Fettbildungszelle nur noch 1) aus dem Kern, 2) aus vielen Fettplasmapartikelchen zwischen denen hin und wieder 3) kleine protoplasmatische Granula verstreut vorkommen.

Fettbildungselemente in diesem Stadium sind schon öfters gesehen und mit verschiedenen Namen belegt worden. So dürfen vielleicht die Gebilde, die *Rouget* „Cellules vacuolisées“ nennt, entweder ganz oder mindestens zum Theil auf Fettbildungszellen zurückgeführt werden. Auch ein Theil der Waldeyer'schen Plasmazellen sind Fettbildungszellen, wie ihr Entdecker selbst vermuthet. Sollten die bis jetzt so räthselhaften Zellen der Zwischensubstanz des Hodens vielleicht auch Fettbildungselemente — nur etwas modificirter Art — sein, deren Haupteigenthümlichkeit darin besteht, dass sie während des ganzen Lebens auf der frühesten Stufe ihrer embryonalen Entwicklung beharren? Die Thatsache, dass in den Zellen der Zwischensubstanz des Hodens sehr oft

---

letztere hervorheben muss. Denn von den Rundzellenhaufen lässt sich mit Sicherheit beweisen, dass sie die Generatoren der Fettläppchen sind. Jeder Zweifel hieran muss schwinden, wenn man die Abbildungen der Tafel V. in folgender Reihenfolge vergleicht. Einerseits Fig. 3, Fig. 1, Fig. 5 bei schwacher Vergrösserung, andererseits Fig. 4, Fig. 7, Fig. 8 für starke Vergrösserung. Von den sternförmigen, mit Fetttröpfchen gefüllten Inoblasten, die Flemming für die erste Stufe der Fettbildungszellen hält, kann man nichts anderes aussagen, als dass sie eben da sind. Ob sie jemals in Fettzellen übergehen ist fraglich und wird nicht dadurch bewiesen, dass man in ein und demselben Präparate Uebergangsformen vorfindet, sondern nur dadurch, dass man jedes Fettläppchen bis zu jenem Stadium verfolgt, wo es aus einer Anhäufung von Sternzellen besteht. Das ist aber unmöglich. Wo ein Fettläppchen im Organismus evident in die Erscheinung tritt, da besteht es immer sofort aus Rundzellen.

Fettplasmatröpfchen eingelagert gefunden werden, scheint für diese Hypothese zu sprechen.

Aus welcher Quelle stammen die specifischen Fettbildungselemente? Dass sie aus dem mittleren Keimblatt abstammen ist nicht a priori ausgemacht; im Gegentheil scheinen die eigenthümlichen, dem Verhornungsprocess nicht unähnlichen Metamorphosen, die sie bis zur vollendeten Reife durchzumachen haben und die den übrigen Bindegewebszellen fremd sind, viel eher für ihre Abstammung aus dem oberen Keimblatt und für ihre Verwandtschaft mit Epidermoidal oder Horngebilden zu sprechen.

Auf diesen Punkt gerichtete Bestrebungen haben indessen zu negativen Resultaten geführt. Bei Kaninchenempryonen bis zu ca. 7 ^{mm} lässt sich noch keine sichere Spur embryonaler Unterhautfettzellenbildung entdecken. Das erste Fettzellenhäufchen tritt bei Kaninchenföten von etwas über 1 ^{cm} Körperlänge in der Cutis an der Wurzel der Haare auf. Die Fettzellen liegen hier der äusseren Haarbalgscheide als verstreute dunkele, rundliche Elemente mitten unter den übrigen hellen, sternförmigen Bindegewebszellen an. Ich habe an vielen Präparaten danach gesucht, ob sich vielleicht eine Einstülpung derselben von Seiten der Hornblattelemente der äusseren Wurzelscheide nachweisen liesse, aber vergebens. Ich neige daher aus negativen Gründen der Ueberzeugung zu, dass die Fettbildungszellen dem mittleren Keimblatt entstammen.

Wahrscheinlich sind es ausgewanderte Wanderzellen. Anfänglich treten dieselben nur vereinzelt, in der Regel wahrscheinlich in der Adventitia der Gefässe auf. (Klein, l, c.) Allmählich betten sie sich an geeigneten Lokalitäten zu immer grösseren nach Capillarbezirken eingetheilten Läppchen zusammen. Durch den Austritt der Wanderzellen in die um die Gefässe herumgelegenen Schleimgewebsgrundmasse erklärt sich der Umstand, dass zwischen je zwei Fettbildungszellen, schon von Anfang an eine minimale Quantität, schleimgewebiger Intercellularsubstanz gelegen ist.

Hier muss gegen Flemming hervorgehoben werden, dass echte, fettlose, sternförmige, Schleimgewebszellen in den secundären Fettläppchen nur an denjenigen Lokalitäten gefunden werden, wo zwischen den primären Fettläppchen die intraparenchymatösen gefässführenden Bindegewebszüge verlaufen, nie dagegen im Innern der primären Fettläppchen. In letzteren stossen die Fettbildungszellen viel zu dicht aneinander und lassen viel zu kleine Zwischenräume zwischen sich, als dass die Inoblasten sich dazwischen legen könnten.

Hiermit ist die Schilderung des ersten Stadiums der Fettläppchenbildung vollendet und soll nunmehr zur Darlegung der weiteren Umbildungen derselben übergegangen werden. Naturgemäss zerfällt diese Aufgabe in zwei Theile, nämlich 1) in die Beschreibung der Veränderungen des Bindegewebes der Fettläppchen, 2) in die Schilderung der Metamorphosen, welchen die eigentlichen Fettzellen unterliegen.

Die Reifungsprozesse des Bindegewebes lassen sich am Besten an der Hand eines Schnittes durch den Nackenlappen eines neugeborenen Kaninchens (Fig. 5) überschauen. *c* ist die Cutis mit Haaren; *p m* der Unterhautmuskel, *r c* ein Stück des Rectus capitis, *m* jene muskulöse Mittelwand, die sich auch auf Fig. 1 und 3 im Inneren des Nackenlappens zeigt, die vier zwischen den Muskeln *p m*, *m* und *r c* gelegenen lappigen, theils graulich granulirten, theils gelb gefärbten Massen, Fig. 5 *s l*, sind die in der Reifung weiter vorgeschrittenen secundären Fettläppchen. Die schwarzen sternförmigen, mit dem Buchstaben *b'* belegten dunkelen Figuren im Innern der letzteren sind die intraparenchymatösen Bindegewebszüge. Mithin entsprechen die in den Gabeln der Verzweigungen der letzteren sitzenden hellen Unterabtheilungen *p l* den primären Fettläppchen.

Während in Fig. 2 die primären Fettgewebsläppchen *p l* dunkler gefärbt waren, als das intraparenchymatöse Bindegewebe zwischen ihnen sind in Fig. 5 gerade umgekehrt die primären Fettläppchen heller. Der Wechsel in der Intensität der Carminimbibition ist nicht durch Veränderungen im Bindegewebe bedingt, sondern resultirt daraus, dass die Fettbildungszellen sich klären, indem ihr dunkles Protoplasma dem immer stärker sich ansammelnden hellen Fettplasma gegenüber in den Hintergrund tritt.

Das intraparenchymatöse Bindegewebe bleibt während aller Stadien der Fettreifung aus denselben Bestandtheilen zusammengesetzt, aus denen es schon ursprünglich aufgebaut ist. Dass die mucinhaltige Zwischensubstanz dabei Veränderungen eingeht, denen sie bei zunehmendem Alter an fast allen Körperstellen unterliegt, indem ein Theil derselben fibillär oder elastisch metamorphosirt, ist selbstverständlich.

Weit durchgreifender als die im intraparenchymatösen Bindegewebe verlaufenden Veränderungen sind die Metamorphosen, die das interparenchymatöse Schleimgewebe in der letzten Hälfte der Schwangerschaft erfährt. Hier bilden sich in dem ursprünglich continuirlich zusammenhängenden Material jene schon oben erwähnten Gewebslakunen aus, die den Zerfall desselben in unzählige Blätter, Fäden, Lamellen, Membranen und Balken bedingen und welche, da sie, wenn sie mit Luft ausgeblasen werden, den Zellen der Wespennester ähnliche Räume darstellen, dem

ganzen Bindegewebe den alten Namen des „Zellengewebes“ eingetragen haben. Da der nächste Paragraph der Besprechung des Prozesses der Gewebslakunenbildung speciell gewidmet ist, so kann wegen der Details auf das dort zu Sagende verwiesen werden. Hier sollen nur folgende für die Fettbildung wichtige Einzelnheiten hervorgehoben werden.

1) Der Prozess der Gewebslakunenbildung geht in vielen Fällen nicht bis unmittelbar an die Substantia propria je eines primären und secundären Fettläppchens heran, sondern oft bleibt noch ein allerdings nur ganz dünner Rest von schleimgewebiger Grundsubstanz, eventuell mit Inoblasten, zwischen der sich bildenden Gewebslakune und den eigentlichen Fettbildungszellen übrig. Auf diese Weise wird eine dünne, umhüllende Bindegewebsschicht, Fig. 5 *m m* um fast jedes secundäre Fettläppchen gebildet, die zur Trägerin der das Läppchen von aussen umspinnenden Capillaren dient. Flemming (l. c.) hat nachgewiesen, dass ein Endothel auf der Oberfläche der Fettläppchen an der Grenze gegen die Gewebslakunen nicht, oder mindestens nicht immer, auffindbar ist. Diese Thatsache scheint richtig. Doch darf aus dem Mangel des Endothels nicht geschlossen werden, dass die specifischen Fettzellen unmittelbar an die Gewebslakunen stossen.

Kann man mit Gewissheit behaupten, dass jedes Fettläppchen von einer Bindegewebshülle umschlossen sei, oder lassen sich auch solche nachweisen, deren specifische Fettzellen direkt von Lymphflüssigkeit ohne Interposition einer bindegewebigen Limitans umspült werden? Diese Alternative in dem ersteren Sinne zu bejahen widerspricht die direkte Untersuchung. Hin und wieder, manchmal sogar nicht so äusserst selten, finden sich Fettläppchen, deren Zellen direkt an die Lymphräume stossen. Auch in Fig. 5 kann man dieses Verhältniss bei *x* erkennen.

2) Die Anordnung der Gewebslakunen entspricht im Allgemeinen der Anordnung des ganzen Fettorganes. Die serösen Lymphspalten um das Unterhautfettgewebe zerfallen also a) in solche, die um jedes einzelne secundäre Fettläppchen herumgelegt sind, b) in solche, die je einen tertiären, respective quaternären Lappen umgreifen und natürlich viele secundäre Gewebslakunen einschliessen. Keine dieser secundären, tertiären, quaternären Gewebslakunen umgiebt continuirlich das ihr zugehörige Territorium. Dies kann auch gar nicht stattfinden, da ja immer noch ein Theil der Peripherie des Fettlappens in solider, die Blutgefässe führender Verbindung mit den übrigen in der Nachbarschaft gelegenen Geweben stehen muss, um so die Ernährung zu ermöglichen. Die Gewebslakunen um die einzelnen Fettläppchen und Lappen herum sind immer durch vielfache zwischengeschobene, bald mehr membranöse Scheidewände, bald

mehr fadenartige Schleimgewebsbrücken unterbrochen und in unregelmässige mit einander communicirende Unterabtheilungen zerklüftet, ein Factum, dass sich in analoger Weise bei den circulären Gewebslakunen der Muskeln, Sehnen, Nerven, Drüsen u. s. w. wiederholt.

Damit ist das, was über die Veränderung des in die Fettläppchen eingehenden Bindegewebes zu sagen ist, erledigt. Ich wende mich nun mehr zur Betrachtung der Metamorphosen des eigentlichen, specifischen Bestandtheiles der Fettläppchen. Die Veränderungen der Fettbildungselemente sind dreifacher Art. Erstens sind es weitere Fortsetzungen jener Vorgänge, wie sie schon oben vom ersten Stadium als Fettplasmafüllung beschrieben wurden. Hierzu tritt zweitens der Prozess des Confluxes der einzelnen Tröpfchen zu einem grossen Tropfen, verbunden mit einer Trennung der festen von den flüssigen Protoplasmabestandtheilen. Das Auftreten des gelben Farbstoffes beendigt drittens die Fettgenese.

Ich wende mich zunächst zur Besprechung der weiteren Vorgänge bei der Plasmatröpfchenfüllung. Wenn die embryonalen Fettbildungszellen in der Aufnahme von Fettplasmatröpfchen fortfahren, so müssen sie schliesslich bedeutend an Volumen gewinnen und der von zahlreichen (bis zu 50) Plasmabläschen gefüllte Fettbildungszellenleib muss weit grössere Dimensionen besitzen, als der noch davon freie. Nun stossen ursprünglich (Fig. 4) die noch kleinen dunklen Fettbildungselemente dicht und nur mit Dazwischenkunft einer winzigen Menge von Kitt- oder schleimgewebiger Grundsubstanz aneinander. Wenn alle Fettbildungszellen auf einmal dem Prozesse der Plasmatröpfchenfüllung unterliegen und jede Zelle sich auf Kosten ihrer Nachbarn auszudehnen sucht, so müssen die schmalen Leisten von schleimgewebiger Grundsubstanz, die bis dahin (Fig. 4) doppelt contourirt waren, zu ganz feinen Häutchen zusammengepresst werden, deren Durchschnitt nur einen einzigen Contur selbst bei den stärksten Vergrösserungen erkennen lässt. Sämmtliche Fettbildungszellen je eines primären Fettläppchens müssen unmittelbar an einander rücken und indem die Zellen sich abplatten, erhält das ganze Gewebe bei schwacher Vergrösserung einige Aehnlichkeit mit einem Pflanzenparenchym (Fig. 6). Ferner muss durch die successive Plasmafüllung auch die Fettbildungszelle an Helligkeit gewinnen (siehe oben). Während früher die Fettzellen sich durch ihre Dunkelheit auszeichneten, müssen jetzt durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen imponiren.

Trotz dieser makroskopisch und mikroskopisch so auffallenden Veränderungen in der Quantität der einzelnen Bestandtheile der Fettbildungszellen bestehen dieselben ihrer Qualität nach doch noch immer aus denselben drei Bestandtheilen, aus denen sie auch im ersten Stadium zusammen gesetzt

waren, nämlich 1) aus dem Kern. Derselbe ist aus dem Innern der Zelle herausgerückt und an die Peripherie derselben getreten, 2) aus den dicht an einander stossenden Fettplasmatröpfchen von ziemlich gleichbleibendem meistens sehr kleinen Kaliber, 3) aus dem nach Innen zwischen den Plasmatröpfchen gelegenen Reste des ursprünglich allein vorhandenen Protoplasmas der Fettbildungselemente.

Nachdem die soeben dargelegten Vorgänge stattgefunden haben, bieten die Fettläppchen bei schwacher Vergrösserung ein Bild wie Fig. 6, bei starker wie Fig. 17. Betrachten wir zuerst Fig. 6 (Schnitt durch ein Stückchen eines secundären Fettläppchens eines neugeborenen Kaninchens bei 60facher Vergrösserung, Schieck, Ocl. 0. Object. 3). Helle 4—6eckige Felderchen ziemlich gleichen Kalibers stossen dicht an einander. An den Berührungspunkten liegen kleine dunkle Granula. Die Felderchen bezeichnen die Fettbildungszellen; die Granula sind die Kerne. Ausserdem sieht man bei *mm* ein Stückchen einer membranösen Scheidewand. Zu derartigen dünnen Häuten sind die interparenchymatösen Bindegewebsmassen, die auf Fig. 2 zwischen je zwei secundären Fettläppchen gelegen sind, in Folge des Wachsthumsdruckes der Fettbildungszellen reducirt. Alles, was zwischen je zwei solchen Häutchen gelegen ist, repräsentirt mithin ein einzelnes secundäres Fettläppchen. Im unteren secundären Fettläppchen (Fig. 6) findet sich an der Stelle, die sich durch ihre Dunkelheit markirt, das intraparenchymatöse Bindegewebe, erkenntlich an seinem Gefässpaket *g*. In der unmittelbaren Nähe des letzteren liegen die am Weitesten in der Entwicklung zurückgebliebenen Fettbildnngszellen. Diese müssen immer stärker gefärbt sein als die älteren Fettelemente, denn ursprünglich haben ja die Fettbildungszellen ein tiefdunkles Protoplasma und werden erst im weiteren Verfolg der Fettplasmafüllung heller.

Die Thatsache, dass die jüngsten Fettbildungselemente sich in der Nähe des intraparenchymatösen Gefässpackets befinden, ist mit ein Argument für die oben adoptirte Hypothese, dass die Fettbildungszellen mit den Wanderzellen identisch seien. Offenbar sind nämlich die dunklen Zellen um das Gefässpaket *g* Fig. 6 herum von allen in der Figur gelegenen Zellen diejenigen, die zu allerletzt ihren Platz im Fettläppchen eingenommen haben. Es soll gleich hier bemerkt werden, dass Anzeichen von Theilung embryonaler Fettzellen an meinen Präparaten nie sichtbar waren. Freilich soll deshalb eine solche noch nicht in Abrede gestellt werden. Es wäre ja möglich, dass eine Theilung der Fettzellen so rasch vor sich geht, dass man an gehärteten Präparaten die Zellen niemals in dem Momente ihrer Theilung erwischt. Soviel scheint aber doch aus dem Mangel der Theilungsbilder gefolgert

werden zu können, dass man das Wachsthum der Fettläppchen, wenn überhaupt, jedenfalls nur zum allergeringsten Theile auf Tochterzellbildung aus vorhandenen Mutterzellen zurückführen darf. Andere Momente — wahrscheinlich die Auswanderung der Leucocyten — müssen, abgesehen von der mit der Plasmatröpfchenfüllung einhergehenden Ausdehnung, für die Vergrösserung der Fettläppchen verantwortlich gemacht werden. Auch halte ich die Angabe, dass die Fettläppchen dadurch wachsen, dass sie immer neue fixe Bindegewebszellen an ihrer Peripherie zur Fettzellenmetamorphose bewegen, nicht für erwiesen. Gegen diesen Wachsthumsmodus spricht auf das Entschiedenste der Umstand, dass in der Peripherie der Fettläppchen die ältesten Elemente angetroffen werden.

Die Differenz zwischen der Färbung der centralen Fettzellen (Fig. 6 um *y* herum) und der peripherischen desselben Läppchens ist so gross, dass sie schon makroskopisch sichtbar ist. Deshalb tritt sie auch an der bei nur zehnfacher Vergrösserung gezeichneten Fig. 5 deutlich hervor.

Bei starker Vergrösserung (Schieck, ocl. 0. Obj. 9. à. i.) bieten die Zellen der Fig. 6 ein Bild dar wie Fig 17; die Plasmatröpfchen sind theils schon zu grösseren Tropfen zusammengeflossen, theils noch in derselben Verfassung wie Fig. 4. Zwischen ihnen ziehen sich Massen des ursprünglichen Fettbildungszellen-Protoplasmas.

Zu der Plasmatröpfchenfüllung tritt nunmehr als zweiter Vorgang der Conflux der einzelnen Plasmatröpfchen zu einem grossen Plasmatropfen, verbunden mit einer Trennung der festen von den flüssigen Protoplasmabestandtheilen hinzu.

Zur Erkenntniss des Wesens dieses Prozesses diene Fig. 7. Diese Figur stellt 7 verschieden entwickelte Zellen der Fig. 6 bei starker Vergrösserung (Schieck, Ocl. 8. Obj. 9. à. i.) dar. Von diesen bieten die zwei Zellen, die mit *x* bezeichnet sind, das einfache Bild successiver Fettplasmafüllung.

Wie diese beiden Zellen der Figur 7, so sind die Zellen beschaffen, die in Fig. 6 in der dunklen Partie dicht um das Gefässpaket *y* herumgelegen sind. Die übrigen 5 Zellen (Fig. 7) sind bestimmt, die weiteren Metamorphosen der Fettgenesis zu illustriren. Mit zunehmender Fettplasmaanhäufung confluiren die kleinen Fettplasmatröpfchen zuerst zu mehreren grösseren Plasmatropfen (Fig. 7, die mit *y* bezeichneten Zellen). An einem solchen grösseren Plasmatropfen ist häufig im ersten Momente seiner Bildung noch die Art und Weise, in welcher es entstanden ist, an einer feinen netzförmigen Zeichnung seiner Oberfläche zu erkennen, (siehe Fig. 7 die Zelle *y'* rechts oben.) Nachdem die vielen Plasmatröpfchen auf 2—3 grosse Tropfen reducirt sind, treten endlich auch

diese zu je einer einzigen grossen Plasmakugel zusammen. So entsteht die definitive Fettzellenform Fig. 7 *z*, die durch ihren wandständigen etwas prominenten Kern die bekannte typische Aehnlichkeit mit einem Siegelring erhält.

Während der Zeit, in der die Fettzelle sich endgiltig herausgebildet, treten folgende zwei Erscheinungen an derselben auf:

1) sind die vielen kleinen Plasmatropfen immer dunkler, als die eine grosse Plasmakugel, zu der sie schliesslich zusammenfliessen. Fig. 7 deutet dies in etwas übertriebenem Maasse an,

2) vollzieht sich, sowie der grosse Fettplasmatropfen sich ausbildet, ein eigenthümlicher Scheidungsprocess in dem in der Fettzelle enthaltenen Protoplasma. Wenn die vielen Fettplasmatröpfchen zu zwei oder drei grösseren Tropfen zusammenfliessen, rücken auch die Protoplasmagranula dicht an einander (Fig. 7 *y*). Mit der Ausbildung der definitiven Oelkugel sind auch sie in einer einzigen Linie vereinigt. In diesem Moment trennt sich der liquide Theil des Protoplasmas von dem granulären. Letzterer häuft sich um den Kern an, während ersterer zwischen der Oelkugel und dem Kern sich sammelt. Hier bildet er um den grossen Fettplasmatropfen eine kugelschaalenförmige, aus Flüssigkeit bestehende Hülle (Fig. 7 *z*), die ein integrirender Theil jeder Fettzelle in gewissen Stadien ist. Sie ist bis jetzt fast ganz unbekannt geblieben. Nur Ranvier (*Technisches Lehrbuch*) hat sie mit Hülfe der Silbermethode in vorzüglicher Schönheit dargestellt. Um sie zu demonstriren, bedarf es nicht des Silbers. Man kann sie an nach der gewöhnlichen Methode in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Kaninchenembryonen in dem in Fig. 7 dargestellten Stadium mit Leichtigkeit nachweisen. Mit der Ausbildung zweier Protoplasmaschaalen um den Oeltropfen, erstens einer inneren flüssigen, und zweitens einer äusseren granulirten den Kern tragenden steht offenbar auch der Umstand in Verbindung, dass die Fettzelle um so heller wird, je mehr die Plasmatröpfchen confluiren. So lange die Fettbildungszellen noch von den vielen kleinen Plasmatröpfchen eingenommen werden, muss jeder hindurchtretende Lichtstrahl eine vielfache sehr complicirte Brechung erfahren. Denn jedesmal, wenn er aus einem Plasmatröpfchen in den anderen tritt, muss er erst eine ganz anders brechende Protoplasmaschicht durchsetzen. Angenommen, es sei eine Fettbildungszelle aus 20 übereinandergelegenen Fettplasmatröpfchen zusammengesetzt, so wird jeder Lichtstrahl von seinem Ein- bis zu seinem Austritt 40 mal gebrochen. Er verliert somit bedeutend an Intensität. Sobald alle Plasmatröpfchen zu einer grossen Oelkugel confluirt sind, wird der Lichtstrahl dagegen nur 5 mal flektirt, nämlich 1) bei seinem Eintritt an der äusseren granulirten Protoplasmamasse,

2) an der der Eintrittsseite zugewendeten Hälfte der inneren flüssigen Protoplasmaschicht, 3) beim Eintritt in die Oelkugel, 4) beim Austritt aus derselben in der der Austrittsseite zugewendeten Hälfte der inneren flüssigen Protoplasmaschaale, 5) an der Austrittshälfte der äusseren granulirten Protoplasmaschaale. Durch 5 malige Brechung verliert der Lichtstrahl lange nicht soviel an Intensität, wie durch vierzigfache. So erklärt es sich, dass die Fettzellen um so heller werden, je mehr ihre Fettplasmatropfen confluiren, bis nach Ausbildung des definitiven grossen Oeltropfens ihr Helligkeitsmaximum erreicht ist.

Von diesem Momente an nimmt die Fettzelle wieder etwas an Helligkeit ab. Dies beruht auf einem allerletzten Vorgang, der bei der Fettgenese noch zu besprechen übrig bleibt.

Um das definitive Fett zu erzeugen, muss zu dem grossen Fettplasmatropfen noch ein zweiter Stoff hinzutreten, resp. in seinem Innern sich ausbilden. Letzterer hat die Natur eines flüssigen Farbstoffes. Er kann bekanntlich in gelöster Form dargestellt werden.

Man hat früher die Gelbfärbung des Fettes als Symptom marastischer Zustände aufgefasst. Schon Toldt hat dem gegenüber beobachtet, dass in wachsenden Fettläppchen gesunder Thiere einzelne Fettzellen gelb, andere weiss sind und dass die gelben Fettzellen die älteren sind. Er hat, da er die Erfahrung nur bei Winterfröschen machte, die gelben für vorjährige und die weissen Fettzellen für neugebildete gehalten. Bei Säugethieren wird jede Fettzelle im Laufe weniger Wochen gelb Erst von dem Momente an, wo sie diese Farbe erlangt hat, ist sie als fertige Fettzelle zu betrachten. Von Marasmus kann, mindestens soweit das Kaninchen in Frage kommt, bei der Gelbfärbung der Fettzelle nicht die Rede sein. Alle von mir untersuchten Thiere waren in vorzüglichem Futterzustande.

Um zu eruiren, woher die Fettzellen die gelbe Farbe erlangen, muss man sich an die Art und Weise, in der die Farbenentwicklung räumlich vor sich geht, halten. Es lässt sich feststellen, dass dieselbe an derjenigen Peripherie des Nackenlappens zuerst auftritt, welche der Cutis zugekehrt ist. Hier sind die Fettzellen jedes secundären Läppchens, da sie die ältesten sind, schon frühzeitig bis zu einer gewissen ansehnlichen Grösse gelangt. Kleinere Fettplasmatröpfchen existiren hier schon zu einer Zeit nicht mehr, in welcher noch die centralen Zellen voll davon sind. In der Regel ist bei neugebornen Kaninchen immer nur die äusserste Zellenreihe je eines secundären Läppchens, auf der nach der Lederhaut zugewandten Seite gefärbt, der Rest des Lappens ist noch farblos (Fig. 8). Ganz kleine dicht unter der Cutis gelegene Läppchen (wie Fig. 5 *ff*) sind auch wohl schon durch und durch gefärbt.

Jede gefärbte Zelle ist in ihrer Totalität mit Farbestoff imbibirt, eine partielle Färbung eines Stückes einer Zelle kommt nicht vor. Nachdem der der Cutis zugewendete Rand jedes Unterhautfettläppchens sich gefärbt hat, imbibirt sich zweitens auch der nach der Muskelfascie zu liegende. Damit ist das ganze Läppchen von einer meistens erst einzelligen Schaale gefärbter Elemente umgeben. Nun schreitet die Färbung weiter radiär von der ganzen Peripherie gegen das Centrum hin fort, immer so, dass die laterale Hälfte jedes Läppchens etwas weiter entwickelte Färbung zeigt, als die mediale. Diese spärlichen Thatsachen sind die einzigen, die ich über das räumliche Auftreten der Fettfärbung habe eruiren können.

Es existiren in Bezug auf die Entstehungsursache der Fettfärbung überhaupt nur folgende zwei Möglichkeiten:

1) die gelbe Farbe des Fettes kann darauf beruhen, dass ein flüssiger Farbstoff, welcher in den Lymphräumen circulirt, in die Fettzellen hineinfiltrirt, sich daselbst niederschlägt und die Plasmatropfen gelb färbt, oder aber

2) die Gelbfärbung der Fettzellen ist durch chemische Prozesse lokaler, in der Fettzelle selbst sich abspielender Natur bedingt.

1) Wenn die Fettfarbe von Aussen her in die Fettzellen dringt und dieselben färbt, so müssen zweierlei Dinge nachgewiesen werden. Einmal muss gezeigt werden, an welchem Punkte des Organismuss der Farbstoff ausserhalb des eigentlichen Fettlappens gebildet wird. Zweitens muss man nachweisen, auf welchem Wege und durch welche Hilfsmittel er von seiner Bildungsstätte bis zum Fettlappen transportirt wird. Als Bildungsmaterial für Farbstoff hat man bis jetzt im Organismuss bekanntlich nur das Haemoglobin kennen gelernt. Es muss also, wenn die Annahme, dass die Fettfarbe von Aussen in den Plasmatropfen gelangt, richtig ist, auf irgend eine Weise ein Produkt des Blutfarbstoffes, das in löslicher Form aus dem Blute ausgeschieden ist, in die Lymphgefässe des Unterhautzellgewebes gelangen, hier an die Fettläppchen herantreten und die einzelnen Fettzellen färben. Da es nie gelungen ist, diesen hypothetischen Farbstoff in den Lymphgefässen wahrzunehmen und da ferner nie eine Fettzelle gesehen werden kann, deren eine Hälfte gefärbt, deren andere Hälfte noch farblos ist, so ist die Hypothese von der gesonderten Entstehung der Fettfarbe nicht haltbar. Mithin ist

2) nur noch die Möglichkeit vorhanden, die Gelbfärbung als ein Produkt eines in der Fettzelle, respective in den Oeltropfen selbst verlaufenden Prozesses aufzufassen. Hier lassen sich nun wiederum zweierlei Alternativen denken: Entweder a) ist die Gelbfärbung eine Folge der mit der Reifung des Fetttropfens verbundenen chemischen Umsetzungen

in der Fettzelle selbst, ist somit nur einzig und allein von dieser selbst abhängig oder b) sie ist an die wechselseitige Einwirkung der Lymphflüssigkeit und des Fetttropfens aufeinander gebunden. Für das Letztere würde der Umstand sprechen, dass die Gelbfärbung in der Regel an der Peripherie eines Fettläppchens, da, wo dasselbe in direkte Berührung mit der umspülenden Lymphe tritt, beginnt Ferner kann zu Gunsten dieser Annahme beigebracht werden, dass selbst in denjenigen Fällen, in denen die Gelbfärbung bei noch ziemlich unreifen Fettzellen beginnt — einen solchen Fall (Fig. 9) werden wir sogleich besprechen — dieselbe immer von der Peripherie ausgeht. Andererseits muss aber gegen die Abhängigkeit der Gelbfärbung von der Lymphe der Umstand angeführt werden, dass selbst da, wo, wie im Knochenmark, Lymphlakunen nur spärlich vorhanden sind, die Gelbfärbung des Fettes erfolgt.

Hiermit ist die Schilderung des Fettbildungsprozesses erledigt. Wie dieselbe oben gegeben worden ist, ist sie fast identisch mit einer Beschreibung, welche Flemming von dem gerade entgegengesetzten Vorgang, der sogenannten serösen Atrophie, liefert. Meine Fettplasmatröpfchen sind dieselben Dinge, die Flemming „als mit Serum gefüllte Vacuolen“ seiner Hungerthiere beschreibt.

Aus der Identität beider Beschreibungen scheint hervorzugehen, dass bei dem Hungerzustande die Fettzellen in regressiver Weise dieselben Schritte rückwärts zurücklegen, die sie bei ihrer fötalen Entwicklung vorwärts gemacht haben, also zuerst die Fettfärbung verlieren und dann einen Zerfall des entfärbten Oeltropfens in viele kleine Plasmatröpfchen aufweisen. Wahrscheinlich confluirt auch die liquide Protoplasmahülle wieder mit der granulären.

Es ist hier der Ort, ein paar Worte über die so vielfach discutirte, früher fast allgemein angenommene Membran der Fettzelle zu sagen. Dies Gebilde ist neuerdings als besondere der Fettzelle zukommende Umhüllungshaut von Flemming geleugnet worden. Wie mir scheint, mit Recht. Die sogenannte Fettzellenmembran darf vielleicht auf die ursprünglich zwischen je zwei Fettbildungszellen gelegenen schmalen Kittleisten schleimgewebiger Grundsubstanz zurückgeführt werden. Sollten dieselben bei ihrer oben erwähnten Zusammenpressung auf eine einfach conturirte Linie nicht auch eine Metamorphose in elastische Substanz durchgemacht haben? Ich halte dies sogar für wahrscheinlich und spreche deshalb die Hypothese aus, dass die durch Kalilauge darstellbaren sogenannten Fettzellenmembranen die umgewandelten ursprünglich schleimgewebigen Kittleisten der Grundsubstanz zwischen den Fettbildungszellen sind.

Man erhält an manchen Fettläppchen Bilder, wie Fig. 9. An diesem

bei schwacher Vergrösserung (Schieck, ocl. 0. Obj. 1) gezeichneten Querschnitt sind *m* die begrenzenden Muskeln, *f* die Fettzellen, von denen jede einzelne durch ein kleines Feldchen angedeutet ist, während die Kerne nicht sichtbar sind. Einzelne, zu bald grösseren, bald kleineren kreisrunden Gruppen vereinigte Feldchen sind weit heller als die übrigen. Die hellen Gruppen, die ganz unregelmässig verstreut sind, repräsentiren die am weitesten in der Reifung vorgeschrittenen Fettzellen, die dazwischen gelegenen dunkler gehaltenen zeigen den noch zurückgebliebenen Rest. Welche Ursache es in diesem Falle veranlasst hat, dass die Reifung so sprungweise und unregelmässig — offenbar nach kugelig begrenzten Bezirken — vor sich geht, habe ich nicht zu eruiren vermocht. Bemerkenswerth ist ferner in Fig. 9 noch der Umstand, dass die Gelbfärbung trotzdem ebenso wie in Fig. 5 nur in der äussersten Reihe der Fettbildungszellen eingetreten ist.

Ausser in der Unterhaut und in der sogenannten Fettkapsel der Niere findet sich Fett, abgesehen von Knochenmark, nirgends in grösseren Mengen im Organismus normaler Weise vor. Dagegen ist es in spärlichen einzelnen Zellgruppen verstreut ein überaus häufiger Befund an den allerverschiedensten Körperstellen, wie z. B. an den Haarbalgscheiden, zwischen Muskeln, Nerven- und Drüsenabtheilungen u. s. w. Vorzugsweise liebt das Fett es, sich in kleinen insulär verstreuten Zellgruppen mitten in interparenchymatöse Bindegewebslamellen-Systeme (Fig. 10) einzunisten.

Im folgenden Paragraphen wird gezeigt werden, dass die lockeren Interstitiallamellen zwischen je zwei Organen, nicht, wie man bis jetzt angenommen hat, unregelmässig angeordnet sind, sondern, dass dieselben nach einer stricten Gesetzmässigkeit sich verbinden. Namentlich ist die axiale Partie jedes Complexes von Interstitiallamellen immer compact und ohne Gewebslakunen. Sie dient dem ganzen zwischen den beiden Organen ausgespannten System von Interstitiallamellen als Stütze und Trägerin und ist entweder von einem Fettläppchen eingenommen oder weist reichliche Ausbildung von elastischem Gewebe auf.

Ein solches in der mittleren, compacten Axialpartie einer Gruppe von Interstitiallamellen gelegenes Fettläppchen zeigt Fig. 10. Diese Figur stellt einen Querschnitt durch das interstitiale Lamellensystem zwischen dem Periost der Orbita (*P*) und der Harder'schen Drüse des Kaninchenauges (*Hd*) dar. *s p* sind die Durchschnitte durch die interparenchymatösen Lamellen, *m a* ist die mittlere verdichtete Partie, in der keine Gewebslakunenbildung eingetreten ist und die in diesem Falle von einem Fettläppchen eingenommen ist.

In Fig. 10 liegen in der mit *m a* bezeichneten Mittelpartie zahl-

reiche Fettzellen von verschiedener, regelmässig von oben nach unten abnehmender Grösse, nicht dicht eine an der anderen, sondern durch ansehnliche Quantitäten von Grundsubstanz mit Schleimzellen von einander getrennt. Die Inoblasten erscheinen auf Fig. 10 bei der schwachen Vergrösserung als rundliche, dunkle, kaum von den Fettzellen zu unterscheidende Punkte. Stärker vergrössert findet sich dasselbe Fettläppchen in Fig. 10 der folgenden Tafel. Hier ist besonders deutlich, dass im Gegensatz zu der Anordnung in grossen Fettläppchen (Fig. 5) die Fettzellen in den kleinen Inselchen nicht unmittelbar aneinanderstossen. Flemming stützt sich bei seiner Behauptung, dass zwischen den Fettzellen immer auch Schleimgewebszellen vorkommen, offenbar auf derartige Präparate. Doch scheint mir dieses nur für diesen vereinzelten Fall gültige Phänomen nicht gut für eine allgemein zutreffende Regel erklärt werden zu dürfen.

Die Art und Weise, in der die Fettzellenreifung in dem solitären Fettläppchen *m a* der Fig. 10 vor sich geht, ist im Uebrigen identisch mit der oben vom Unterhautfett beschriebenen. Wanderzellen wandern zu einer bestimmten Zeit aus den Gefässen aus und lagern sich unregelmässig in ziemlich grossen Zwischenräumen zwischen die eigentlichen Inoblasten in die Grundsubstanz ein. Hier metamorphosiren sie sich durch Fettplasmaaufnahme allmählich zu definitiven Fettzellen. Gerade entgegengesetzt der Anordnung der Fig. 5 sind in Fig. 10, Taf. V, die im Centrum der Axialpartie gelegenen Fettzellen die ältesten; die an der Spitze gelegenen die jüngsten, wie aus dem Umstand hervorgeht, dass in Fig. 10, Taf. V, in der unteren verdünnten Spitze der Axialpartie *m a* die kleinsten, gegen das Centrum der Axialpartie hin (auf Fig. 10 nach oben) die grössten Fettzellen liegen.

Im Knochenmark erfolgt die Füllung mit Fett auf eine fundamental von der Unterhaut abweichende Art und Weise. Eine präformirte Fettzellenbildung für jeden einzelnen Knochen existirt nicht. In dem ganz fettlosen und rein schleimgewebigen Knochenmark fangen erst von der Geburt an Fettzellen sich zahlreicher zu zeigen. Auch dann noch bleibt in den ersten Lebenswochen bei Kaninchen die Menge der im Knochenmark vorhandenen Fettzellen eine geringe. Um über die Art und Weise, in welcher die Fettgenesis im Innern des Knochens vor sich geht, Aufschluss zu erhalten, empfehlen sich successive Schnittreihen durch das Schädeldach von Kaninchen verschiedener Altersperioden. Das knöcherne Cranium ist deshalb den anderen Markpartien vorzuziehen, weil die diploetischen Räume desselben klein und daher verhältnissmässig leicht in allen Bestandtheilen zu überschauen sind. Untersucht man den Inhalt der kleinen Marklücken im Schädeldach

eines circa zwei Monate alten Kaninchens, so wird man immer einzelne Räume finden, die wie die beiden rechts gelegenen in Fig. 11 noch ganz fettfrei sind. Andere dagegen werden schon mehr weniger Fettzellen aufweisen, so z. B. die beiden links gelegenen derselben. Betrachtet man zuerst die noch rein schleimgewebigen, so erkennt man darin am Rande gegen die Knochengrundsubstanz an den meisten Punkten die nach Art eines Epithels angeordneten Osteoblasten. An andern Orten stösst die helle Intercellularsubstanz des Schleimgewebes direkt an den dunkelen Knochen. Im Innern der beiden noch fettfreien Markräume der rechten Seite der Fig. 11 liegen die gewöhnlichen Bestandtheile allen Schleimgewebes, 1) Schleimgewebszellen, 2) Schleimgewebsgrundsubstanz, 3) Blutgefässe.

Die Grundsubstanz ist stellenweise überaus stark entwickelt, z. B. im rechten unteren Raum der Fig. 11. Dann kann man in ihr mit dem Immersionssystem (Fig. 12) eine überaus zierliche netzförmige Faserung bemerken. Letztere rührt nicht von fibrillärer Metamorphose der Grundsubstanz her — eine solche kommt überhaupt im Knochenmark nur spärlich vor — sondern ist der Ausdruck einer überaus feinen vielfach verbundenen Ausläuferbildung Seitens der Schleimgewebszellen.

Als letzten Bestandtheil der noch fettlosen Markräume kann man in Fig. 12 einige in der Grundsubstanz verstreute Rundzellen *w* erkennen. Diese haben einen sehr verschiedenen Charakter. Fig. 13. Bald sind sie ganz dunkel (Fig. 13 *w'*) und stellen dann, wie weiter unten in dem über Knochen, Knorpel und Zahn handelnden Abschnitte dieser Arbeit gezeigt werden wird, Abkömmlinge der Osteoklasten (Fig. 13 *o k*) dar, bald sind sie hell und repräsentiren wahrscheinlich Wanderkörper, Fig. 13 *w*.

Von Fettzellen ist im Innern des in Fig. 13 gezeichneten diploetischen Raumes noch keine Spur zu erkennen. Wohl aber ist das Material, aus welchem das Fett der Knochenmarkfettzellen später hervorgehen wird, schon vorhanden.

Im Lumen des in Fig. 13 gezeichneten Gefässes finden sich nämlich ausser dicht gedrängten rothen und einigen weissen Blutkörperchen, zahlreiche, bald grössere, bald kleinere helle Fettplasmatropfen *l*. Dieselben entbehren grösstentheils noch der gelben Farbe. Sie zeigen keine Zeichnung der Oberfläche. Sie schwimmen ganz frei und ohne an Zellen gebunden zu sein in den Gefässen. Ausser im Knochenmark habe ich sie bis jetzt in keinem Gefässbezirk anderer Körperorgane wahrgenommen, namentlich kommen sie nicht in den Gefässen des sich bildenden Unterhautfettes vor.

Die weiteren Schicksale der im Lumen der Knochenmarkgefässe schwimmenden Fettplasmatropfen mit Sicherheit zu verfolgen, ist mir nicht gelungen. Ich habe nichts weiter entdecken können, als dass

unmittelbarneben Räumen mit noch ganz fettfreien Zellen und Fettplasmatropfen in den Gefässen, wie Fig. 13, andere zu finden sind, die schon mehr oder weniger vollständige Fettmetamorphose durchgemacht haben. (Fig. 11 auf der linken Seite bei schwacher Vergrösserung und Fig. 14 bei starker Vergrösserung.) Man sieht in letzterer Figur fertige Fettzellen *f* mitten unter den Osteoklasten *ok*, ausserdem Wanderkörperchen *w*, Schleimgewebszellen *s* und Gefässe *g*. Uebergangsstufen zwischen den in dem Gefässlumen Fig. 13 vorhandenen Fettplasmatropfen *f* und der fertigen Fettzelle Fig. 14 aufzufinden, habe ich nicht vermocht. Ich glaube, dass die Fettplasmatropfen in dem Zustande der Fig. 13 mechanisch durch die Gefässwand gepresst und dann, sobald sie in der Zwischensubstanz liegen, von den Wanderzellen aufgenommen werden. Manchmal schien es mir, als fänden sich auch freie nicht an Zellen gebundene grosse Fettplasmatropfen (Fig. 14 *ff*) zerstreut mitten unter den Zellen des Knochenmarks. Doch lässt sich bei dem grossen Gedränge von Zellen aller Art, wie ein solches in fetterfüllten Markräumen zur Regel gehört, selbst an den feinsten Schnitten und mit den stärksten Vergrösserungen nicht mit voller Sicherheit ausschliessen, ob nicht etwa doch eine von den anliegenden Rundzellen zu dem Plasmatropfen gehört und dessen Trägerin darstellt.

Die Gelbfärbung des Knochenmarkfettes vollzieht sich in der Regel erst, nachdem die Plasmatropfen das Gefässlumen verlassen haben und an ihre definitive Stelle gerückt sind, doch finden sich hin und wieder gefärbte Plasmatropfen schon in den Gefässen. Eine Gesetzmässigkeit für das Auftreten der gelben Farbe in den Fettzellen und Plasmatropfen lässt sich am Knochenmark nicht eruiren. Die Fettfärbung findet sich bald an dieser, bald an jener Stelle regellos zerstreut vor. Oft sind Zellen mit kleinen Plasmatropfen schon gelb gefärbt, während dicht daneben weit grössere Fettzellen noch weiss sind.

Das Auftreten der Fettzellen ist an eine bestimmte Grösse der Markräume gebunden. In sehr kleinen Markräumen finden sich noch keine Fettzellen. Da am Kaninchenschädel die grössten Markräume seitlich an der Crista temporalis liegen, so beginnt bei diesen Thieren die Fettbildung in der Schläfegegend.

Im späteren Leben nehmen die Fettzellen bedeutend an Zahl zu, sodass sie schliesslich fast alle anderen Elemente des Knochenmarkes in den Hintergrund drängen (siehe Fig. 15, Längsschnitt durch einen der kleinsten untersten Schwanzwirbel einer Maus). *k* ist der Knochen, *m* der Markraum, *kn* der den Knochen begrenzende Knorpel, an dessen oberem Ende noch die bekannte der Verknöcherung vorausgehende reihenweise Anordnung der Knorpelzellen zu erkennen ist, *g* sind mit rothen Blutkörperchen vollgefüllte Gefässe. Das Knochenmark dieses Präparates

wird fast ausschliesslich von Fettzellen gebildet, nur an der Peripherie haben sich hin und wieder noch grössere Massen von Rundzellen *w* in der schleimgewebigen Grundsubstanz erhalten. Fig. 15 lässt ebenso, wie der Mangel von Zwischenstufen zwischen Figg. 13 und 14, die Ansicht wahrscheinlich erscheinen, dass das Fettplasma dem Knochenmark in Form bereits gebildeter, meist (bis auf die Färbung) fertiger, grosser Tropfen zugeführt werde, nicht aber erst in ihm entstehe. Somit bietet die Fettgenesis im Knochenmark im Gegensatz zu der im Unterhautfett ein im Allgemeinen zutreffendes Beispiel zur sogenannten Infiltrationshypothese, nur mit dem Unterschiede, dass das Fettplasma nicht in Form kleiner Partikelchen, wie es diese Hypothese eigentlich will, sondern bereits zu grossen Tropfen zusammengeballt, den zur Fettaufnahme bestimmten Elementen zugeführt wird. Auch für das Knochenmark muss die Annahme von der Hand gewiesen werden, dass das Fett die Inoblastenkörper der schleimgewebigen Grundsubstanz infiltrire, vielmehr wählen auch hier die Fettplasmatröpfchen specifische Elemente, wahrscheinlich wiederum die Wanderzellen, zu ihrem Aufenthaltsort. Der ganze Vorgang der Aufnahme von Fettplasma in die Leukocyten vollzieht sich wahrscheinlich nach demselben Schema, nach dem die Pigmentaufnahme erfolgt, vermöge der Amöboidität der Wanderkörperchen, und kann als eine Art „Gefressen-Werden der Fettplasmatröpfchen" aufgefasst werden.

Aus welcher Quelle stammen die in den Knochenmarksgefässen Fig. 13 *f* zu einer gewissen Zeit frei schwimmenden Fettplasmatropfen? A priori sollte man vermuthen, dass dieselben in einem grossen Unterhautfettlappen gebildet und von da durch die Blutgefässe zum Knochenmark transportirt werden. Eigens darauf gerichtete Untersuchungen haben mich überzeugt, dass dies nicht der Fall ist. Ich vermuthe, dass das in den Gefässen des Knochenmarks freischwimmende Fett unmittelbar aus der aufgenommenen Nahrung stammt.

Nach dem heutigen Stande unserer Kenntniss über Fettgenese darf mithin die Infiltrationstheorie nicht, wie es neuerdings Mode geworden ist, so kurzweg von der Hand gewiesen werden. Sie ist im Gegentheil die einzige, welcher positive Befunde zur Seite stehen. Die Impletionstheorie kann bis jetzt nur aus negativen Gründen wahrscheinlich gemacht werden. Theoretische Deductionen über „*Verseifung des Fettes und Diosmose desselben durch Gefässwände*", verlieren vor der in Fig. 13 gezeichneten Thatsache viel von ihrer Beweisfähigkeit. Dazu kommt noch, dass nach Perls (*Lehrbuch der allgemeinen Pathologie*) sich an Phosphorleber, nach Corrosion derselben, die feinsten Fetttröpfchen freischwimmend in den Gallengangscapillaren vorfinden. Es spricht somit auch die pathologische Fettfüllung für die Infiltrationstheorie. Freilich ist, wenn

man auch ihre Gültigkeit für das Knochenmark und für die Phosphorleber anerkennt, damit doch noch durchaus nicht bewiesen, dass sie auch für das Unterhautfett zutrifft. Man muss heute vielmehr jede Ansicht als für gewisse Gegenden berechtigt anerkennen. Für das Unterhautfett gilt die Art der Fettfüllung, die die Impletionstheorie zuerst aufgestellt hatte, für die Leber nach Phosphorvergiftung (Perls) und für das Knochenmark dagegen die Infiltrationstheorie — natürlich haben beide Theorien nur in demjenigen eine Berechtigung, den die ontogenetische Lehre fordert.

Nach dem Vorgange von Max Schultze hat man neuerdings die Fettbildung häufig in eine gewisse Parallele mit der Pigmentabscheidung zu setzen gesucht. In Uebereinstimmung mit den Vorstellungen, die Max Schultze überhaupt über die formative Thätigkeit des Protoplasmas hatte, denken einige Histologen sich Pigment und Fett gleichsam als verschiedene Secrete des Zellleibes. Diese Anschauung ist nicht zutreffend, denn das erste Pigment tritt im Körper (im hinteren Blatt der secundären Augenblase) in Form kleiner Körnchen in den Kittleisten zwischen einzelnen Tapetumzellen auf, lässt also die Zellen selbst unberührt. (Siehe hierüber A. Würzburg, *Entwicklungsgeschichte des Auges.* Knapp & Moos, Arch. 1876.) Das Fett dagegen wird stets in das Innere der Zelle abgeschieden, niemals in die Kittleisten zwischen den Zellen. Ferner ist das Pigment gleich von Anfang an in seiner definitiven, festen Form gebildet, das Fett dagegen macht erst wochenlang dauernde allmähliche Reifungs-, Färbungs- und Confluxprozesse durch, bis es seine fertige Gestalt erreicht hat. Endlich findet sich das Pigment, wenn es die Zellen ergriffen hat, häufig nur auf eine bestimmte Zellhälfte lokalisirt, oder doch mindestens in dieser überwiegend vertreten, während das Fett immer die ganze Zelle auf einmal ergreift.

Von dem im Vorstehenden verfochtenen Satz, „dass die Fettzellenbildung auf einem bestimmten specifischen Elemente des Organismus beruhe und nicht in den gewöhnlichen Bindegewebszellen verlaufe", scheinen gewisse halb physiologische, halb pathologische Zustände des Organismus eine Ausnahme zu machen. Ich meine die Vorgänge bei der Mästung. An längere Zeit in einem kleinen Käfig eng bei einander gesperrten, sehr reichlich mit gekochten Kartoffeln ernährten weissen Ratten habe ich Fettzellen nicht blos im Panniculus adiposus, im Knochenmark, an vielen Orten im interparenchymatösen Gewebe verstreut gefunden, sondern es zeigten sich dieselben ausser im Centralnervensysten und in der harten Tela ossea an allen Punkten des Organismus, da wo überhaupt Bindesubstanzen sich finden. So waren die Knorpelzellen theilweise zu Fettzellen umgewandelt. (Siehe die Zelle *z*, Fig. 15.) Das Fett war in dieser Knorpelzelle nicht bloss in kleinen Plasmapartikelchen, im

Kern und im Leibe der Zelle verstreut vorhanden, sondern vielmehr die ganze Knorpelzelle bestand aus einem einzigen grossen Oeltropfen. Der Kern lag excentrisch. Ausser vereinzelten Knorpelzellen waren ferner zahlreiche Zellen des fachbildenden Fasciengewebes zu Fettzellen umgewandelt, während andere dagegen ihre ursprüngliche fettfreie Beschaffenheit beibehalten hatten. Eine Vorstellung von diesem Verhältniss gewährt Fig. 16, welche Figur ein Stückchen eines Längsschnittes durch denselben Rattenschwanzwirbel, dem Fig. 15 entnommen ist, darstellt. *Kn*, Fig. 16, sind Knorpelzellen des Wirbelkörpers, *fs* das fachbildende Fasciengewebe, *t* die Grenze gegen den peritendinalen Hohlraum, in dem die Sehnen des Rattenschwanzes sich bewegen. Man sieht deutlich, dass einzelne Inoblastenkörper ganz den Charakter gewöhnlicher Fascienzellen besitzen. Zwischen diesen fettlosen Inoblastenkörpern kommen zahlreiche, längliche, sehr grosse Fetttropfen vor. Einige sind in so nahe Beziehungen zu Kernen getreten, dass sie ganz den Anschein fertiger Fettzellen haben. Die Entstehung dieser Fettzellen bei gemästeten Thieren habe ich nicht verfolgen können.

Der Inhalt obiger Zeilen lässt sich folgendermaassen zusammenfassen: Beim Embryo treten eine Anzahl besonders gearteter Zellen (sogenannte embryonale Fettbildungszellen) zu einem primären Fettläppchen zusammen. Sie stossen dicht an einander. Zwischen je zwei embryonalen Fettbildungszellen befindet sich nur eine ganz geringe Quantität schleimgewebiger, die Fettbildungszellen verbindender Intercellularsubstanz. Bindegewebszellen gehen in die Zusammensetzung je eines primären Fettläppchens nicht ein, da der zwischen je zwei Fettbildungszellen gelegene Raum viel zu klein ist, als dass eine Bindegewebszelle sich darin ausbilden könnte. Jedes primäre Fettläppchen wird von seinem Nachbar durch zwischengeschobene stärkere Bindegewebsmassen getrennt. Erst in diesen grösseren Bindegewebsmassen ist Raum für die Existenz eigentlicher Bindegewebszellen gegeben. Eine Anzahl primärer Fettläppchen (20—50) umgibt sich mit einer seiner Oberfläche parallel gestellten Schicht von Schleimgewebszellen und wird dadurch zu einem in sich zusammengeschlossenen Complex, „einem secundären Läppchen“. Viele (oft mehrere Hundert) secundäre Läppchen umgeben sich ihrerseits wiederum mit einer ihrer Gesammtoberfläche parallelen Schleimgewebszellenschicht und werden dadurch zu einem tertiären Fettläppchen, wie solches zuerst von Toldt als Ursprung des Unterhautfettgewebes unter dem Namen eines „Fettorganes“ richtig beschrieben worden ist. An besonders grossen Unterhautfettorganen und bei grossen Thieren kommt durch Zusammengruppirung mehrerer tertiärer Fettlappen und Umhüllung

derselben mit einer gemeinsamen Schleimgewebszellenschicht eine quaternäre Fettlappenbildung zu Stande. Ursprünglich hängen alle Schleimgewebszellenzüge zwischen den secundären, tertiären und quaternären Fettlappen untereinander und mit dem übrigen subcutanen und cutanen Bindegewebe continuirlich zusammen und bilden eine compacte Masse. Durch Gewebslakunenbildung werden später die Schleimgewebsmassen derartig gesondert, dass um jedes secundäre, sowie um jedes tertiäre Fettläppchen herum sich — niemals ganz continuirliche — circuläre Gewebsspalten ausbilden. Das zwischen die primären Läppchen eingehende, also im Innern der secundären Läppchen enthaltene Schleimgewebe, unterliegt niemals der Gewebslakunenbildung, bleibt mithin compakt. Ich nenne es zum Unterschied von dem zwischen die secundären und tertiären Läppchen eingeschobenen und durch Gewebslakunenbildung später zerfallenden Schleimgewebe „das intraparenchymatöse“ während ich letzteres (das Interstitialgewebe Flemming's) mit dem Namen des „interparenchymatösen“ belege. Das intraparenchymatöse, die eigentlichen Gefässe des Fettläppchens führende Bindegewebe, ist weit straffer fibrillirt und färbt sich in Carmin dunkler als das interparenchymatöse.

Die eigentlichen Fettbildungselemente, die, abgesehen von jener oben erwähnten ganz geringen Quantität schleimgewebiger, zellenloser Kitt- oder Grundsubstanz, einzig und allein in die Zusammensetzung je eines primären Fettläppchens eingehen, sind nicht identisch mit den Schleimgewebszellen. Sie entstammen wahrscheinlich den Wanderzellen. Mindestens liegen um das axiale Gefässpaket je eines secundären Läppchens herum in der Regel die jüngsten Fettbildungszellen. Letztere sind ursprünglich stark granulirte, unregelmässig polygonale kernhaltige Elemente, die im Lauf ihrer Reifung eigenthümliche Metamorphosen durchmachen. Diese Metamorphosen haben die grösste Aehnlichkeit mit der an hungernden Thieren beschriebenen serösen Atrophie. Sie documentiren sich zuerst in der Aufnahme kleiner heller Flüssigkeitströpfchen, sogenannter „Fettplasmatröpfchen,“ zwischen die Molekeln ihres Protoplasmas. Hierdurch gewinnt die Fettzelle bedeutend an Umfang. Die Plasmatröpfchen werden allmählich grösser und confluiren zuerst zu 20—50 kleineren, dann zu einigen wenigen grösseren, endlich zu einem einzigen grossen Plasmatropfen. Mit dem Conflux der Plasmatröpfchen nimmt die junge Fettzelle bedeutend an Helligkeit zu. Zugleich confluirt ebenfalls das ab initio vorhandene Fettbildungszellenprotoplasma, welches zur Zeit der Existenz der vielen Plasmapartikelchen zwischen letzteren in Form netzartiger Züge verbreitet war. Mit dem Momente des Confluxes sondert sich das Protoplasma in seine festen und flüssigen Bestandtheile, 1) die granulären Bestandtheile treten an den wandständig gewordenen,

etwas prominenten Kern und bilden eine äussere Kugelschaale um den Oeltropfen. Nach Innen davon sammeln sich 2) die liquiden Theile des Protoplasmas und bilden eine innere flüssige Schaale. Auf diese Weise wird der Oeltropfen von zwei Schaalen umgeben. Kurze Zeit nachdem die Fettzelle dieses Stadium der Reifung erreicht hat, verändert der bis dahin farblose Oeltropfen, wahrscheinlich durch eine chemische, in seinem eigenen Innern sich vollziehende Umänderung, sein Aussehen und wird gelb Die Gelbfärbung beginnt in der Regel in der äusseren, der Cutis zugewandten Peripherie jedes secundären Fettläppchens. Sie schreitet von da reihenweis gegen das Centrum des Fettläppchens fort. Sehr bald gesellt sich zu der Färbung des äusseren, der Cutis zugewandten Randes auch die der innern (der Muskelfascia zugewandten) Contour. Die Färbung ergreift stets die ganze Fettzelle auf einmal. Nachdem das ganze secundäre Fettläppchen von einem Ringe gefärbter Fettzellen umgeben ist, schreitet die Gelbfärbung concentrisch gegen das Centrum des Läppchens vor. Die Ausbildung der Fettcouleur ist keine marantische, sondern eine physiologische Wachsthumserscheinung und beginnt beim Kaninchen ungefähr zur Zeit der Geburt.

Die sogenannte Fettzellenmembran ist wahrscheinlich die durch Kalilauge isolirte Kittleiste der ursprünglich schleimgewebigen, später elastisch metamorphosirten Grundsubstanz zwischen je zwei Fettbildungszellen.

Von der Regel, dass zwischen je zwei Fettbildungszellen eines primären Fettläppchens niemals Bindegewebskörper sich finden, machen die kleinen, in den verdichteten Axialpartien interparenchymatöser Lamellensystems gelegenen Fettläppchen eine Ausnahme. Hier liegen Schleimgewebszellen zwischen echten Fettzellen, zugleich mit grösseren Mengen von Zwischensubstanz — eine Erscheinung, die nur auf diese Localität beschränkt ist und nicht als Regel für das Unterhautfett aufgestellt werden darf. Im Knochenmark geht die Bildung des Fettes nicht auf die soeben beschriebene Art und Weise vor sich. Hier werden vielmehr grosse, meist noch ungefärbte Plasmatropfen von Aussen vermittelst der Gefässe hineintransportirt, sodann wahrscheinlich mechanisch durch die Gefässwände gequetscht, endlich von Wanderzellen aufgefressen, ein Vorgang, der ebenso wie die Befunde von Perls an der Phosphorleber für die Richtigkeit der alten Infiltrationstheorie für gewisse Localitäten spricht. Nur bei dem halb physiologischen, halb pathologischen Zustande der Mästung scheinen wirkliche Bindegewebszellen der Verwandlung in Fettzellen unterliegen zu können. Für rein physiologische Verhältnisse dagegen ist der Satz aufrecht zu erhalten, dass die Fettbildungszellen in der Regel Elemente sui generis sind und nicht mit den Bindegewebszellen zusammengefasst werden dürfen.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1.

Sagittalschnitt durch den Nackenlappen eines Kaninchenembryo von 3cm Körperlänge. Schieck, Ocl. 0. Object. 1. e. t. (Photographie).

c Cutis.
p m Unterhautmuskel.
f Fettläppchen.
m' Muskelband in der Axe des Nackenlappens.
k noch knorplige scapula.
s c musculus suprascapularis.
l lockere interparenchymatöse Bindegewebsanlage.
g Gefässe.

Fig. 2.

Fünf secundäre Fettläppchen von Fig. 1 stärker vergrössert. Schieck, Ocl. 0. Object. 3 e. t.

g Gefässe.
p l primäre Läppchen.
l i lockeres interparenchymatöses Bindegewebe.

Fig. 3.

Horizontalschnitt durch ein etwas jüngeres Stadium als Fig. 2. Schieck, Ocl. 0. Object. 1.

e Epidermis.
c Cutis.
p m Unterhautmuskel.
s f secundäre Fettläppchen.
p f primäre „
m' In der Axe des Nackenfettorgans gelegenes Muskelband vom Platysma.
s c muscul. supra scapularis.

Fig. 4.

Eine primäre Fettzelleninsel aus der linken Seite von Fig. 3 nebst dem in der Nachbarschaft befindlichen Subcutangewebe.

x eine solitäre Fettzelle, mitten im interparenchymatösen Bindegewebe.

Fig. 5.

Querschnitt durch den Nackenlappen eines neugeborenen Kaninchens. Schieck, Ocl. 0. Object. 3. e. t.

r c rectus capitis.
b' intraparenchymatöses Bindegewebe.
m' Muskel.
c Cutis.
p l primäres Fettläppchen.
s l secundäres „
p m Unterhautmuskel.
f f bereits ganz mit Fettcouleur erfülltes Fettläppchen.
x Punkt, an dem sich keine Bindegewebshülle um die Fettläppchen nachweisen lässt und an dem die specifischen Fettzellen direkt an eine Gewebslakune zu stossen scheinen.
m m Schicht von umhüllendem Schleimgewebe um ein Fettläppchen herum. Diese Schicht ist einer Membrana limitans externa vergleichbar.

Fig. 6, 7, 8 stellen Stücke aus dem in Fig. 5 abgebildeten Querschnitt bei stärkerer Vergrösserung dar.

Fig. 6.

Schieck, Ocl. 0. Obj. 3.
g Gefässpaquet. *m m* feine interparenchymatöse Bindegewebslamelle.

Fig. 7.

Schieck, Ocl. 0. Obj. 9. a. i.
X die jüngste Fettzelle.
y u. *y'* Fettzellen, deren Plasmatröpfchen schon zusammenzufliessen beginnen.
z Fettzellen mit definitiver grosser Oelkugel.

Fig. 8.

Randpartie aus einem secundären Läppchen der Fig. 5 bei starker Vergrösserung, um die Gelbfärbung der äussersten Zellenreihe dicht an der Gewebslakune zu zeigen. Fast alle übrigen Zellen haben ein noch ungefärbtes Fettplasma.

Fig. 9.

Querschnitt durch ein Fettläppchen eines Kaninchens ein paar Tage vor der Geburt, um zu zeigen, dass die Reifung der Fettzellen nicht immer nach der in Fig. 5 gezeichneten Weise an der Peripherie der Fettläppchen am ausgesprochensten ist, sondern auch manchmal nach ganz unregelmässig verstreuten insulären Fettzellengruppen fortschreitet. Schieck, Ocl. 0. Obj. 1.

m Muskel.
f die Fettzellen.

Fig. 10.

Querschnitt durch ein interparenchymatöses Lamellensystem zwischen Periost der Orbita p und der Harder'schen Drüse des Kaninchenauges H d. Schieck, Ocl. 0. Obj. 3.

m a compacte Axialpartie des Interstitiallamellensystems mit Fettzellen.
s p seitliche lakunisirte Partie aus gewöhnlichen Bindegewebshäutchen zusammengesetzt.
f Schnitt durch ein Stückchen einer musculösen Fascia in der Orbita des Kaninchenauges.

Fig. 11.

Querschnitt durch das knöcherne Schädeldach eines ca. zwei Monate alten Kaninchens. Schieck, Ocl. 0. Obj. 3. Photographie.

Fig. 12.

Ein kleiner Diploëraum mit zierlichen netzförmig verbundenen Ausläufern der Schleimgewebszellen. Schieck, Ocl. 0. Obj. 9. à. i.

w Wanderzellen.

Fig. 13.

Ein etwas grösserer diploëtischer Raum aus dem Schädeldach eines Kaninchens, dessen Gefässlumen freie Fettplasmatropfen in grosser Menge enthält. Schieck, Ocl. 0. Obj. 9 à. i. Photographie.

o k Osteoklasten.
o b Osteoblasten.
l weisse Blutkörperchen.
w helle Rundzellen; wahrscheinlich Wanderzellen.
w' dunkle Rundzellen; wahrscheinlich Zerfallsprodukte der Osteoklasten.
s Inoblasten der schleimgewebigen Matrix.
f freie Fettplasmatropfen im Lumen des Gefässes *g*.

Fig. 14.

Ein kleines Stücken eines etwas weiter entwickelten diploëtischen Raumes bei derselben Vergrösserung.

ff anscheinend freie Fetttropfen.
f fertige Fettzellen.
w Wandkörper.
o k Osteoklasten.
s Inoblast der schleimgewebigen Grundsubstanz.
g Gefäss.

Fig. 15.

Längsschnitt durch den untersten Schwanzwirbel einer fast erwachsenen Ratte. Schieck, Ocl. 0. Obj. 9. à. i. et.

k n Knorpel.
w nicht zu Fett metamorphosirter Randtheil eines Knochenmarkraums, erfüllt von Wanderkörperchen.
g Gefäss.
k Knochen.
z in eine Fettzelle verwandelte Knorpelzelle.
m Markraum.

Fig. 16.

Längsschnitt durch ein Stück fachbildendes Fasciengewebe aus der Schwanzwirbelsäule einer Ratte. Schieck, Ocl. 0. Obj. 7. Fig. 15 u. 16 stellen Präparate dar, die einunddemselben stark gemästeten Thiere entnommen sind.

k n Knorpel.
f s fachbildendes Fasciengewebe, theils mit fettleeren Inoblasten, theils mit grossen Fetttropfen und fetthaltigen Zellen erfüllt.
t Grenze gegen das Tendilemma.

Fig. 17.

Stückchen aus dem Centrum eines primären Fettlappens, Fig. 5, bei starker Vergrösserung. Schieck, Ocl. 0. Obj. 9. à. i.